

OTKA jelentés 2011
„A Pannon-tó jelentősebb relatív vízszintingadozásainak vizsgálata
az Alföld ÉNy-i behordási területén”
 c. T 060861 sz. OTKA kutatási témáról

Juhász Györgyi – Pogácsás György

A kutatás célkitűzései

A kutatás elsődleges célja az alföldi pannóniai s.l. képződmények jelentősebb relatív vízszintingadozásainak vizsgálata volt az ÉNy-i behordással jellemezhető területen, amely magában foglalja a Duna-Tisza-közét és a Közép-Alföldet (1. ábra). Ezen belül fő célul tűztük ki a jelentős szekvenciahatárokhoz köthető bevágódott völgyek ill. kanyonok vizsgálatát és kitérképezését a kutatási területen. A Közép-Alföldön felállítottunk egy olyan sűrűbb szelvényhálót, amelynek segítségével térképezni tudtuk a bevágódott völgyeket, és ahol fúrási adatok álltak rendelkezésre, vizsgáltuk ezen völgykitöltések anyagát. Mivel a kutatásaink során egyértelművé vált, hogy a vizsgált jelenségek, illetőleg a relatív vízszintingadozások oka tektonikai eredetű, az eredetileg vállalt feladatokon túl a vizsgálatok sorát kibővítettük, és részletes tektonikai feldolgozásba kezdtünk a kutatási területen. Ez alapján pontosítottuk az ösföldrajzi képre, a medencefeltöltés menetére, és a főbb szekvenciahatárokat kialakító tényezőkre vonatkozó ismereteket.

Az alapkutatási feladatokon túl az alkalmazott kutatások irányában is tettünk lépéseket. A gyakorlati alkalmazások tekintetében a kutatási eredményeknek jelentős hatása lehet mind a vízföldtani, mind a szénhidrogénföldtani kutatásokra. A kutatásaink kiterjedtek a CO₂ földalatti elhelyezése kérdéskörére is.

Az alábbiakban összefoglaljuk az elmúlt 5 év során végzett kutatásaink eredményeit.

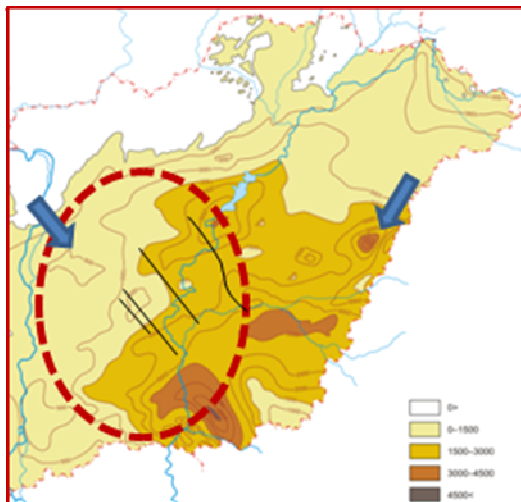
Kutatási módszerek, a kutatás menete

A Duna-Tisza-köze és a Közép-Alföld nagy vastagságú pannóniai s.l. üledéksorának vizsgálatát mélyföldtani módszerekkel végeztük, a legkülönbébb felbontást nyújtó eszközökkel, a szeizmikus, és a szénhidrogénkutató fúrási anyagok felhasználásával (karotázsszelvények, magvizsgálatok). A munka során azonban ez kevésnek bizonyult, ezért a nagyszámú (több száz) vízkutató fúrás vízföldtani naplóját is bevontuk a vizsgálatok sorába, ott is elsősorban a mélyfúrási geofizikai szelvények információit felhasználva. Megpróbáltuk párhuzamosítani ezeket a különböző léptékű és felbontást nyújtó adatokat, a CH kutató valamint vízkutató fúrási adatokból és szeizmikus szelvényekből kinyerhető információkat, értelmezéseket.

Az értékelés során először papír alapú szelvények értékelésével kezdtük a feladatok elvégzését, de végül lehetőségünk nyílt az összes elérhető szeizmikus szelvényt vizsgálni, amelyet a MOL Nyrt. rendelkezésünkre bocsátott a Landmark rendszer használatának engedélyével egyetemben. Csak 2D szizmika állt rendelkezésre, 3D mérés sajnos nem történt a kutatási területünk jó részén, illetőleg csak a peremén fordul elő 1-2 kis méretű háló. A Makói 3D mérés nem volt elérhető számunkra, ezért erre a területre nem terjesztettük ki a vizsgálatokat. A szelvények minősége rendkívül változó. Így a vizsgált terület keleti feléről csak nagyon kis számú, és rossz minőségű szelvény állt rendelkezésre, ami nagyon meghatározta a munka menetét. A vizsgált kanyonterület központi részén több új szelvényt találtunk, amelyen jól beazonosíthatók és követhetők a képződmények és szintek, körülötte

azonban sok bizonytalansággal terheltek. A területen található szeizmika ÉNY-DK, valamint ÉK-DNY irányú, amely jól követi az ÉNy-i behordási irányunkat. Így a vizsgálatba bevont regionális szelvényeket is sikerült ennek megfelelően kialakítani, mind dőlésirányban, mind csapásirányban állítottunk fel szelvényhálót. Az 1. ábra a vizsgált területet mutatja be.

Az eredetileg vállalt feladatokon túl a vizsgálatok sorát kibővítve, részletes tektonikai feldolgozást végeztünk a kutatási területen. Ezek szolgáltatják a legújabb eredményeket az elvégzett munkában. Kapcsolódó témakörként a kutatásba bevontuk, illetőleg folytattuk a korábban megkezdett mikromineralógiai vizsgálati anyagok újrafeldolgozását is az Alföldön.



1. ábra A vizsgálandó terület (bordó ellipszissel jelölve) helyszínrajza és a pannóniai s.l. képződmények talpmélysége a fő behordási irányokkal, és a bemutatott szelvények nyomvonala.

Az elvégzett feladatok a következők voltak:

1. Adatgyűjtés: szeizmikus és fúrási adatok kigyűjtése, rendszerezése, értelmezése
2. Integrált sztratigráfiai vizsgálatok:
 - Regionális szelvények összeállítása, vizsgálata.
 - Szeizmikus fáciesek és szeizmikus mintázat szokásostól eltérő jellegeinek vizsgálata. Szekvencia sztratigráfiai értelmezés. A további vizsgálatra érdemes legjelentősebb szekvencia határok meghatározása a vizsgált területen.
 - A szelvényekre eső fúrási rétegsorok rétegtani és szedimentológiai értékelése.
3. A kanyonok felismerése, a kanyonrendszer azonosítása, korrelációja először a legjobban azonosítható területen, a gyökérszóna közelében, majd ezt a területet kiterjesztve először a környező, ezt követően az egész vizsgálati területre. Területi elterjedés meghatározása a szelvények és fúrások alapján.
4. A kanyonok kitöltésének vizsgálata fúrási rétegsorok és különböző felbontású karotázsszelvények alapján. Az agyagos rétegsorok követése a vízkutató fúrásokban.
5. A Pa-4 szekvenciahatár átértékelése, majd térképezése. A kanyonrendszer területi elterjedésének meghatározása a mélységtérkép morfológiája alapján is.
6. Szerkezetföldtani vizsgálatok:
 - A szűkebb kanyonterület szerkezetföldtani vizsgálata.
 - A szerkezetföldtani vizsgálatok kiterjesztése az egész Közép-Magyarországi Mobil Öv területére.

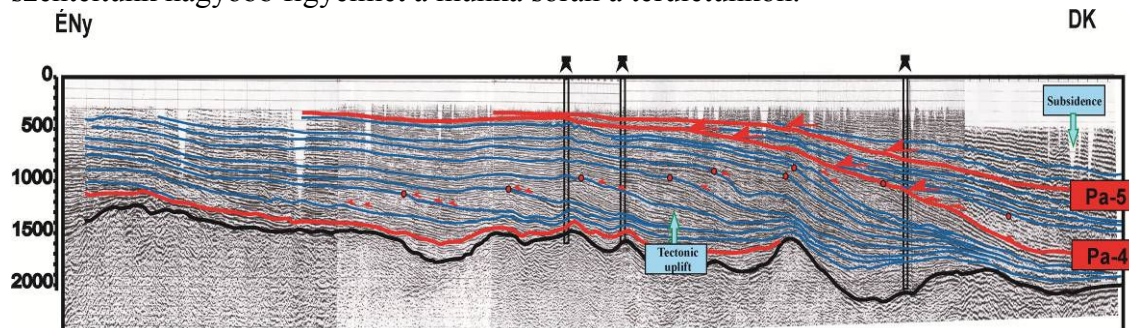
7. Fejlődéstörténeti összefüggések meghatározása, lokális vs. regionális földtani jelenségek elkülönítése.
8. Süllyedéstörténeti modellezés (1D illetve 2D) elvégzése néhány fúrásban, illetve regionális szelvény mentén, a Jászsági és a Békési süllyedék között.
9. Nehézasványtani vizsgálatok elvégzése az Alföld pannóniai s.l. képződményeiben
10. Gyakorlati alkalmazások:
 - CO₂ felszínalatti elhelyezésére irányuló vizsgálatok
 - Vízföldtani vizsgálatok
 - CH földtani vonatkozások

Kutatási eredmények

1. Integrált sztratigráfiai vizsgálatok az ÉNY-i behordással jellemezhető területen

A pannóniai s.l. képződmények integrált sztratigráfiai vizsgálatát egy nagyobb szeizmikus háló mentén végeztük el a Duna-Tisza középső részén. A munka során elemeztük az pannóniai képződmények harmad- és negyedrendű szekvencia sztratigráfiai felépítését, vizsgáltuk a szekvenciák üledékföldtani felépítését és a főbb szekvenciahatárokon fellépő fáciesváltozások nyomait.

A vizsgált területen azonosítható szekvenciahatárok közül kettő jöhet számításba, amely komolyabb relatív vízszintingadozással járt, így a Pa-4 (6.8 Ma) és a Pa-5 (kb. 5.3 Ma). A Pa-3 szekvenciahatárnak csak az utolsó 4. rendű tagjai, ill. a disztális fáciesei jelennek meg a vizsgált területen a szelvényeinken. Mivel vállalt feladatunk az volt, hogy a jelentősebb vízszintingadozásokhoz köthető ösföldrajzi és fejlődéstörténeti vonatkozású vizsgálatokat végzünk, ezért ezen határok vizsgálatának szenteltünk nagyobb figyelmet a munka során a területünkön.

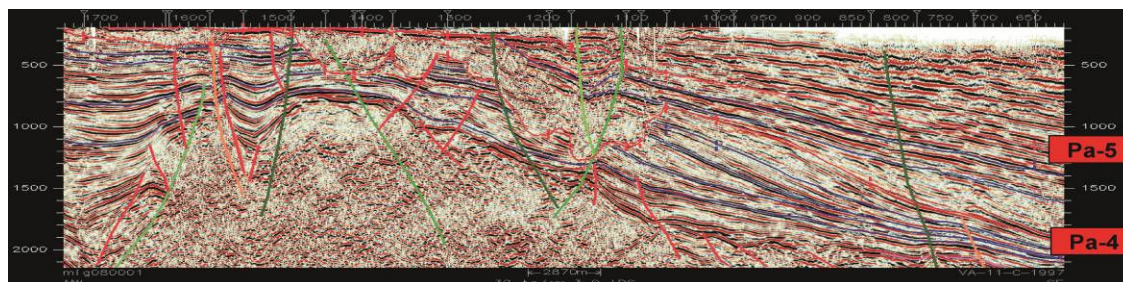


2. ábra Szekvencia sztratigráfiai értelmezés egy ÉNY-DK-i irányú regionális szelvény mentén a vizsgált kutatási terület központi részén, a kanyonövtől K-re.

A delta és partközeli rétegsor (Újfalvi Formáció) kivastagodása a Pa-3 harmadrendű szekvenciában körben felfedezhető fúrási rétegsorokban az Alföld peremén, így a Duna-Tisza-köze nagy részén, ahol egyúttal mindenütt a Zagyvai Formáció folyóvízi rétegsorainak kiékelődése, illetve jelentős elvékonyodása is jellemző. Normál progradáció, széles progradáló, egyben aggradáló self kialakulása, és folyamatos relatív vízszintemelkedés jellemzi a vizsgált terület képződményeit a Pa-4 szekvenciahatárig. E határ előtt jelentősebb bevágódott völgy nyoma csak elszórtan jelenik meg. Ekkor azonban megindult a medence tektonikai stílusának változása, a Középmagyarországi Mobilis Öv területén oldaleltolódásos jelenségek, rövidülés és erőteljes kiemelkedés nyomai látszanak, mialatt a medence középső részei tovább süllyedtek.

A Pa-4 határon jelentős változások észlelhetők. A lepusztulás mértéke csak becsülhető, nem tudjuk, hány 4. rendű szekvencia erodálódott, mennyi a hiány, és ez ráadásul területenként változó. A Ny-Alföldön, az ÉNy-i behordás területén a relatív vízszintcsökkenés mértéke és sebessége nem okozott olyan drasztikus, hirtelen fáciesváltozásokat, mint ÉK-en, a nagyléptékű, regionális változások azonban nyomon követhetők. Ráadásul a szeizmikus szelvényeken a mintázat területi változása figyelhető meg. A változások jellege és mértéke pontról pontra eltérő az egykori partvonal mentén, a tektonikai események függvényében. A szekvenciahatár fölött, ill. ezen események után a delta és partközeli képződmények, vagyis az Újfalui Formáció jelentős elvékonyodása jellemző, és a későbbi, a tó feltöltődése utáni süllyedés nyomán a folyóvízi képződmények erőteljes vastagodásának lehetünk tanúi. Ugyanakkor a tektonikai változások és a relatív vízszintcsökkenés nyomán jelentős mélységű bevágódott völgyeket és kanyonrendszert azonosítottunk (ld. részletesen később). A Pa-4 szekvenciahatáron bekövetkezett események, és relatív vízszintcsökkenés után a behordási irányok megváltoztak, megkerülve a legerőteljesebben kiemelkedő területeket. A Pa-4 szekvenciahatár azonban nem követhető észak felé, mert a legkiemeltebb zónában minden erodálódott.

A bevágódott hatalmas kanyonok vastag agyagos kitöltése, valamint a környező sekély, illetve bevágódás által nem érintett partmenti területeken észlelhető felfelé durvuló progradáló rétegsorok újabb transzgresszióra engednek következtetni, amikor is a partmenti, sőt távolabbi területek egy korlátozott időre újra vízzel borítottá váltak. Ennek nyomai egészen távoli területeken, a Duna közelében is láthatók, míg a közbeeső legkiemeltebb területeken lepusztultak ezen üledékek.

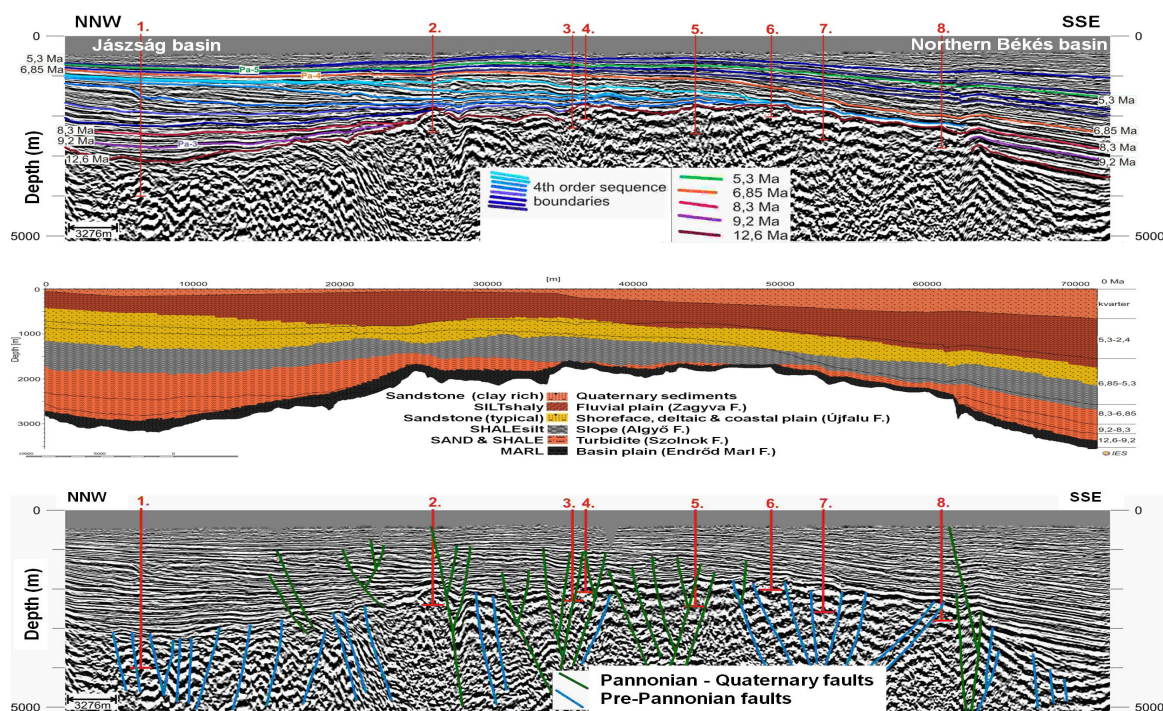


3. ábra ÉNY-DK-i irányú regionális szelvény a vizsgált kutatási terület központi részén, a kanyonöv zónáján keresztül. Markánsan kirajzolódnak a kanyonok körvonalai. Minimum két mélyebb kanyonág látható egymás mellett, amelyek egyenként is többszörösen tagoltak és majdnem a pannóniai s.l. üledéksor talpáig lenyúlnak..

A Pa-5 szekvenciahatár is ad jelentős onlapeket a vizsgált területen. Mivel azonban folyóvízi képződményeken belül helyezkedik el a szekvenciahatár, ezért vizsgálata sokkal nehezebb, mint a Pa-4 határ esetében. A kiemelkedő területeken e két szekvenciahatár összefut, illetőleg közel párhuzamos lefutásúak, közöttük igen vékony rétegsor jelenik meg, amelynek vastagsága déli irányban haladva a partvonal mentén fokozatosan növekszik. A DK-i mélymedence irányában ez a Pa-4 harmadrendű szekvencia jelentős mértékben kivastagodik, kitöltve ezzel a tovább süllyedő területeken kialakult kitölthető teret.

Azokon a területeken, ahol a két szekvenciahatár összefut, tehát minimum 1,5 Ma hiatus feltételezhető, a diszkordancia felület fölött igen nagy vastagságú óriásmedrek települnek, amelyek legtöbbször három osztatúak. Ezek talpán pliocén gerinces fauna nyomaira bukkantak MÁFI magvételes fúrásokban, kavicsos üledékekben. A mederkitöltések kora azonban kérdéses, eltérő vélemények alakultak ki arról, pliocén illetőleg kvarter korúak-e. A kérdést bonyolítja, hogy a mélymedence

irányában, a kivastagodó üledéksorban igen jelentős vastagságú, mederövben leülepedett homokos fáciesű rétegsor rakódott le, lévén, hogy az egykori mederöv a süllyedő területek pereme mentén alakult ki.



3. ábra Szekvencia sztratigráfiai, litosztratigráfiai, valamint tektonikai értelmezés egy ENY-DK-i irányú regionális szelvény mentén a vizsgált kutatási terület legnyugatabbra eső részén. A szelvény a Középmagyarországi Mobil Övet keresztezi.

Egy korábban megkezdett vizsgálatssorozatot, amelyben a pannon-szarmata határsztratotípust vizsgáltuk a marosorbói erdélyi-medencebeli feltárásban, e téma keretében folytattuk és tettük közzé a szervesvázú mikrop plankton vizsgálatok eredményeit.

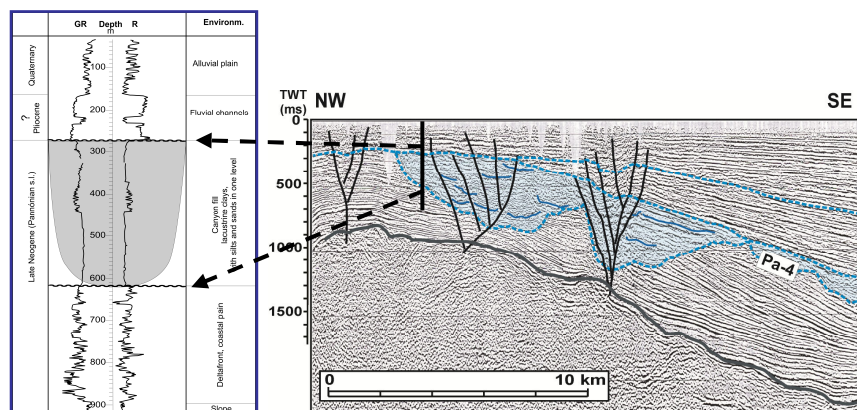
A munka során a pannon képződményeken túl vizsgáltuk a területen előforduló kisebb középső-miocén félárkok helyzetét, és üledékes kitöltését, amely rendkívüli módon kötődik a szerkezeti mozgásokhoz. A munkára szakdolgozat keretében került sor (Baracsi 2011).

Az integrált sztratigráfiai vizsgálatok eredményeit számos konferencián és több publikációban közzétettük, illetőleg egy összefoglaló publikáció készítése folyamatban van (Juhász et al. 2006, 2009, 2010, in prep., Sütőné- Szegő 2007).

2. Az Alpár kanyonrendszer morfológiája, elterjedése, kitöltésének jellemzői

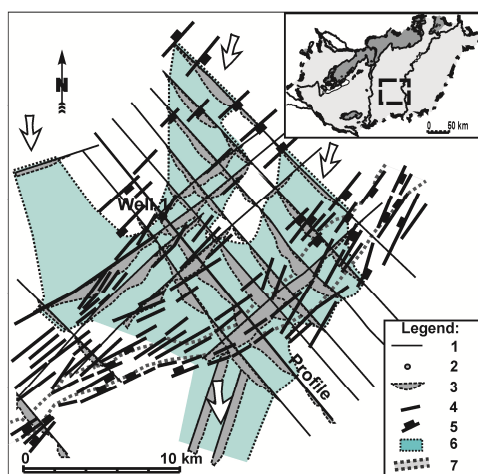
A kutatás jelentős eredményét képezi az Alpár kanyonrendszer felismerése és térképezése az Alföld középső részén. Az eredetileg várt bevágódott völgyeken túl hatalmas bevágódott kanyonrendszer jelenlétére bukkantunk a szeizmikus szelvényeken. A kanyon méretei elgondolkodtatóak, a bevágódások mélysége a tengelyvonalban 200-700 ms között mozog, az egyes kanyonágak szélesség helyenként 5-10 km. A fő kanyonvölgyek tengelyében szinte a pannon képződmények talpáig leér a bevágódás. Kitöltésüket vizsgálva, a bennük mélyült fúrások a hagyományos pannon üledéksorba nem illő képződményeket (több száz méter vastag, tavi üledékekre utaló, szinte homogén agyag testek a delta síksági üledékekbe

ágyazva) harántoltak a pannóniai rétegsor felső részében, de legmélyebb részein áthalmazott homokkőtestek is nyomozhatók.



5. ábra A kanyonok szeizmikus képe és a kanyonkitöltés karotázsképe. Minimum két mélyebb és több kisebb kanyonág látható egymás mellett, amelyek egyenként is többtörténetesek és majdnem a pannóniai sl.l. üledéksor talpáig lenyúlnak..

Az elvégzett vizsgálatok alapján a kanyonrendszer kialakulása több tényező időben és térben történő véletlen egybeesését, együttes hatását tükrözi. A kanyonok a dőlésirányú szeizmikus szelvények vizsgálata alapján egyértelműen a medencében eddig azonosított egyik legmarkánsabb felülethez, a Pa-4 (6,8 Ma sensu Vakarcs 1997) szekvenciahatárhoz kötődnek. A kanyonrendszer legmarkánsabb része a fő Duna-Tisza közti oldaleltolódási zóna irányváltásához köthető és az ott kialakuló duplex szerkezettel mutat térbeli egyezést. A kanyonok falát több helyen a virágszerkezetek helikoidális nyírásai alkotják, jelezve, hogy kialakulásukban a relatív vízszintcsökkenésen túl az oldaleltolódásos tektonika is nagy szerepet játszott. A legmélyebb bevágódás több kanyon összefolyásával, az oldaleltolódási zóna duplexénél alakult ki.



6. ábra. A kanyon rendszer területi elterjedése és hálódigramja, valamint a terület tektonikai értelmezése (Juhász et al. 2007, in rev.). Legend: 1. sz eismikus háló, 2. fúrás, 3. kanyon, 4. normal vető, 5. Riedel-vető, 6. kanyon ágak, 7. gyökérzóna

Azonosítottuk és térképeztük a kanyonrendszert (6. ábra). Ez a régi rossz felbontású szelvényeken nem mindenütt volt egyértelmű, de az újabb szelvények segítették az értelmezést. A legmélyebb ágak az ÉK-ról érkező két ág, Míg az É-

ÉNY-ről érkező ágak sekélyebbek, és szélesebbek. A kanyonrendszer egy közös völgyben folyt össze, és dél felé, a Makói-árok irányában haladt tovább.

Az eredményeket mind hazai, mind nemzetközi rendezvényeken ismertettük (Juhász et al 2007, 2008, 2009). Az első eredményeket hazai folyóiratban publikáltuk, míg az összefoglaló cikk rangos nemzetközi folyóiratban elfogadás alatt van (Juhász et al 2007, in rev.).

3. Egyéb kanyonok, bevágódott völgyek a Közép-Alföldön

Az Alpár kanyonrendszeren kívül még több helyen nyomozható bevágódás a vizsgált területen. Ezek valamivel sekélyebb kanyonok, illetőleg kisebb mélységű bevágódott völgyek lehetnek, amelyek szintén a Pa-4 szekvenciahatárhoz köthetők, és úgyszintén a Középmagyarországi Mobilis Öv déli pereméhez csatlakoznak. Ezek területi kiterjedése sokkal korlátozottabb, mélységük 50-300 m között változik, szélességük 0,5-1 km-re tehető. Ilyen völgyek találhatók pl. Tószeg, és Nagykörű környékén. Mélyvízi megfelelőjük nyomozható a Jászsági-medence mélyzónáiban néhány 2D szelvény mentén.

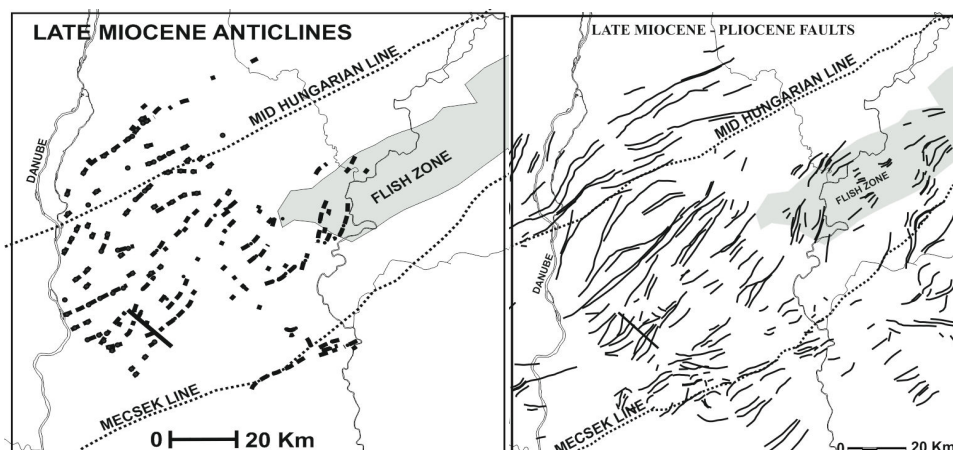
4. A Közép-Magyarországi Mobilis Öv felső miocén-kvarter kori deformációs struktúráinak vizsgálata

Első körben a szűkebb kanyonterület, Nagykörös – Kecskemét vonalában végeztünk szeizmikus tektonikai vizsgálatokat, majd a kapott eredmények alapján ezek sorát fokozatosan bővítettük előbb a Paks-Szolnok oldaleltolódási zóna tágabb térségére, majd az egész Középmagyarországi Mobilis Övre.

Az OTKA projektünk keretében vizsgált térség nagyobbik (északi) felén húzódik keresztül az úgynevezett Középmagyarországi Mobilis Öv (Mid Hungarian Mobile Belt). A Duna Tisza köze ezen részének neogén-kvarter tektonikai viszonyait nagymértékben befolyásolta a két aljzati nagyszerkezeti egység, az ALCAPA és a Tisza, valamint a köztük lévő, zömében az egykori óceáni litoszférákhoz valamilyen módon kapcsolódó geológiai entitások (akkréciók és maradványok, szuturák stb) egymáshoz viszonyított helyzete, időnként felújuló mozgása. Ebben a felettébb instabil preneogén medencealjzattal bíró zónában több fázisban (mind a középső-mind a felső miocénben sőt a pliocén-kvarter során is) igen markáns deformációk (térrovidüléshez kapcsolódó deformációk, oldaleltolódások, változó mértékű laterális komponenssel bíró vetődések) érték az üledéköszletet..

A vizsgált térségben még nem került sor 3D szeizmikus mérésekre. A terület 2D szeizmikus szelvényekkel való lefedettsége rendkívül egyenlőtlen, egyes részterületekre alig esik szeizmikus szelvény. A rendelkezésre álló 2D szelvények jelentős része évtizedekkel ezelőtt, igen alacsony fedésszámmal került bemérésre, ráadásul a feldolgozás során a felső néhány száz milliszekundumos időablakban meg sem jelenítve a csatornák tartalmát. Emiatt egyes területrészek esetében meglehetősen limitált a rendelkezésre álló 2D szeizmikus szelvényhálózat sűrűsége, felbontóképessége. A felszín alatti felső néhány száz méterre vonatkozóan a szeizmikus szelvények nagy része-mivel a szeizmikus csatornákat ezen a szakaszon e szelvényeken ki sem játszották-semmilyen információval sem szolgált a felső miocén végi és a pliocén-kvarter képződmények szeizmikus rétegtani és tektonikai struktúrájára vonatkozóan. Elsősorban a heterogén szeizmikus anyagminőség és területi lefedettség miatt a felső miocén deformációk során bekövetkező tektonikai „stílus váltásokat” nehéz azonosítani ill. egymástól elkülöníteni. Ezen korlátok ellenére reményeink szerint sikerült újabb ismeretekkel és/vagy eléggé megalapozott

hipotézisekkel hozzájárulni a Duna Tisza köz középső és északi részén a tektonikai viszonyok alaposabb megismeréséhez.

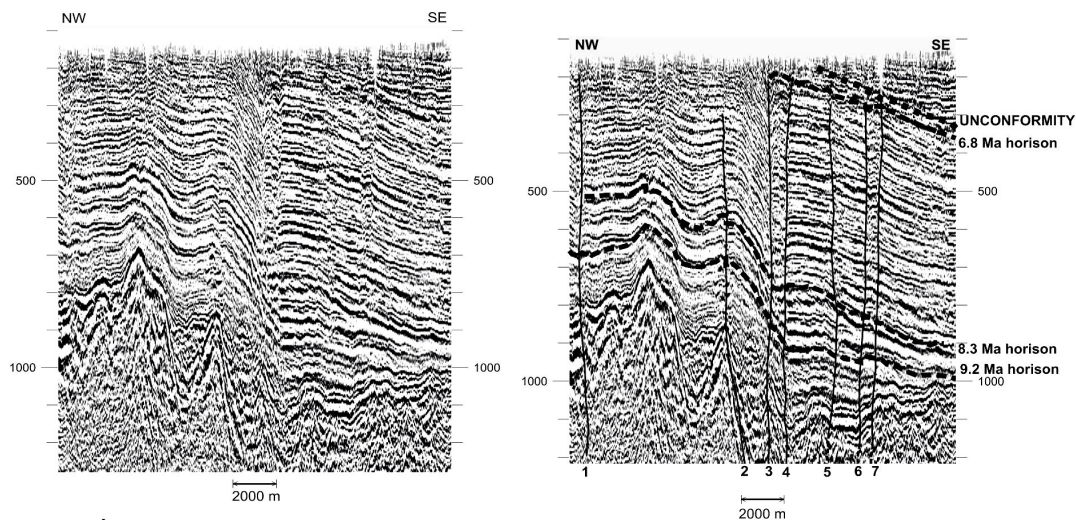


7. ábra A vizsgált térségben 2D szeizmikus szelvények alapján korrelált felső miocén redők (antiklinális tengelyek) és a korrelált felső miocén-kvarter vetők térképvázlata (Pogácsás et al 2011). A 8 ábrán bemutatott értelmezett szeizmikus metszet ÉNY-DK irányú lefutását fekete vonal jelzi mindkét térképvázlaton. A közép-magyarországi flis zóna alatt (sőt feltehetően a flis zóna csapásirányának nyugati folytatása alatt is) nagy valószínűséggel átmeneti (un. „transition”) jellegű (és emiatt gyengült zónaként/zónák sorozataként) viselkedik a litoszféra.

A felső miocén pliocén képződményeket elsősorban ÉK-DNY ill KÉK-NYDNY csapásirányú, a preneogén képződményekben gyökerező, jelentős laterális komponenssel bíró „mester vetők” jellemzik (7. ábra). E konjugált vetők orientációját elsősorban a preneogén és alsó miocén gyengességi zónák helyzete határozza meg. Emiatt a szeizmikus szelvény metszeteken észlelt geometriájuk (például „virágszerkezet” jellegük) nem feltétlenül a legutoljára bekövetkező elmozdulások során jött létre ill. a vető menti elmozdulások iránya az adott szeizmikus szelvények irányával könnyen lehet, hogy szöget zár be. Mindazonáltal térrövidülésre utaló jelenségek nem csak invertált vetőkhöz kapcsolódnak. A vizsgált terület szeizmikus szelvény anyaga alapján térrövidülésre utaló redőket (7. ábra) és kiemelkedésre ill. a kiemelkedés következtében bekövetkező erózióra utaló jelenségeket azonosítottunk a Duna Tisza közének Paks-Szolnok vonaltól északra eső részén.

A Kaskantyú-2 fúrás paleomágneses rétegsora alapján azonosítva a korrelált szeizmikus reflexiók és szeizmikus diszkordancia felületek korát lehetőség nyílt a felső miocén képződményekben kialakult redők amplitudójának és méretének kronosztratigráfiai szintenként történő vizsgálatára (Pogácsás et al in press). A felső miocén redők kapcsolatban lehetnek a preneogén medencealjzat takarós struktúráival és/vagy feltolódásaival és/vagy a széthúzódásos középső miocén medencék bezáródásával. A felső miocén redők térképvázlatát összevetve a felső miocén vetők térképvázlatával (7. ábra) három egymástól kisebb-nagyobb mértékben eltérő doménre osztható a vizsgált terület.

a) A Közép-magyarországi vonaltól északra fekvő domént elsősorban KÉK-NYDNY irányú felső miocén vetőzónák jellemzik. b) A középső domén a Közép-magyarországi Flis Zóna tengelyirányának nyugati folytatása fölött helyezkedik el. E szerkezeti doménre elsősorban ÉK-DNY-i csapásirányú redősorozat jellemző. E felső miocén korú redők tengelyirányai gyakorlatilag megegyeznek a felső miocén-pliocén vetők csapásirányával. c) A déli domén felső miocén képződményei csak gyengén ill. egyáltalán nem gyűrtek (lásd például az 8 ábrán bemutatott szeizmikus szelvény déli felét).



8. ábra ÉNY-DK irányú szeizmikus szelvény értelmezett és értelmezelen változatban. A szelvény nyomvonala az 7. ábrán látható. A szelvényen korrelált 9.2, 8.3, 6.8 millió éves szeizmikus horizontok korának meghatározásánál a Kaskantyú-2 végig magvételes MÁFI alapfúrás és a Kiskunhalas Nyugat 3 fúrások magnetosztatográfiai és radiometrikus (K/Ar) kor adataira támaszkodtunk. A Kaskantyú-2 fúrásban harántolt miocén végi diszkordancia Juhász et al (1997) szerint 6.2 és 3.9 millió év közti hiátust reprezentál a Kask-2 fúrás térségében. A szeizmikus szelvényen látható, a miocén képződményeket felülről határoló diszkordanciát, úgy tűnik nem vetik el a #5, #6, #7 jelű vetők. A #3, #4 jelű oldaleltolódás minden bizonnyal még a kvarterben is aktív volt. A #2 jelű vető szemmel láthatóan átmetszi (azaz annál fiatalabb) a térrövidüléshez kapcsolódó redőt.

A déli domént elsősorban KÉK-NYDNY csapásirányú vetők jellemzik. A középső és a déli domén határvonalát nagyjából a Paks-Szolnok vonalában húzódó, egészen a késő kvarterig aktív, balos oldaleltolódási zóna alkotja. Mindhárom domén területén felismerhetők felső miocén-pliocén korú oldaleltolódásos struktúrák. A fő oldaleltolódások helyzete és lefutása minden bizonnyal szoros kapcsolatban van a preneogén medencealjazat egymásra tolódott mezozoós-paleozoós képződményekből összeálló struktúrájának gyengeségi zónáival. A vetők aktivitása (mind a fő vetőzónák, mind pedig az egyes vetők esetében) a paleo feszültségtérben bekövetkező változásokhoz kapcsolódhatott. A fő oldaleltolódási zónák térségében felismerhető az oldaleltolódáshoz kapcsolódó deformációk (vetők, redők) kulisszás „en echelon” elrendeződése. A felső miocén-kvarter során aktív vetők geometriáját a korábbi szerkezeti mozgások során létrejött preformált vető mintázat és a medencealjazatot alkotó a felső miocén üledékeknél sokkal keményebb és szilárdabb medencealjazat konfigurációja determinálta. Térrövidülés során létrejött redők és a felső miocén végén bekövetkező kiemelkedés jellemzi a Duna-Tisza közének Mecsek Vonaltól északra eső részét. A felső miocén képződményekben létrejött redők tengelyirányainak eloszlása arra utal, hogy a térrövidülések főiránya É-D és ÉNY-DK között váltakozott.

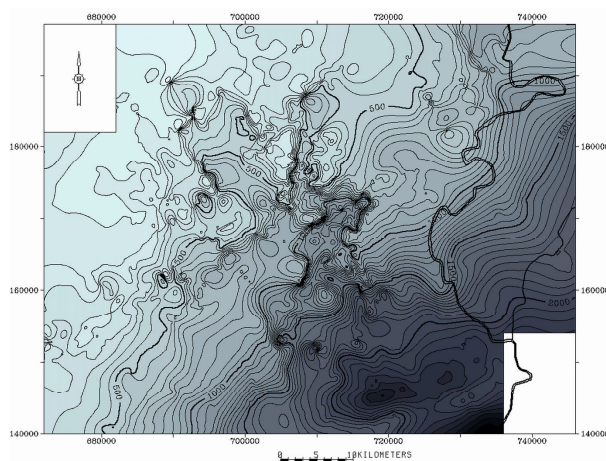
A tektonikai vizsgálatokba három egyetemi hallgató is bekapcsolódott, és két szakdolgozat, valamint egy TDK dolgozat született ebben a témában (Lukács Sz. 2009, Dudás Á. 2010, 2011.).

Eredményeinket több nemzetközi konferencián, és konferencia kiadványok, valamint digitálisan interneten elérhető publikációk formájában is közzétettük, valamint leadás előtt áll egy összefoglaló publikáció a témában (Pogácsás et al. 2009, 2010, 2011 a, b, c, in prep.).

5. Ősföldrajzi és fejlődéstörténeti következtetések a vizsgált terület pannóniai s.l. rétegsorában

A vizsgált területen az egykori partvonal mentén szinte félkörívben bevágódott völgyek, kanyonok, kanyonrendszerek kapcsolódnak a Pa-4 szekvenciahatárhoz. Ezek azonban szinte mindenütt a Középmagyarországi Mobil Öv déli pereméhez csatlakoznak. Úgy tűnik, hogy a bevágódások vonala követi azt a határterületet, amely a folyamatosan süllyedő déli medencerészeket és a kiemelkedő, invertálódó ÉNY-i medencerészt választja el egymástól.

Tekintettel arra, hogy az azonosított kanyonrendszerek a Pa-4 szekvenciahatárhoz kötődnek, át kellett értelmeznünk a szekvenciahatár helyzetét a vizsgált terület nagy részén, mivel az a kanyonok talpán húzódik. Így egy teljesen új értelmezés alapján a térképezés után érdekes ősföldrajzi kép tárult elénk, amely már jobban tükrözi a kanyon morfológiát, habár az egykori képre még ráakodik a terület későbbi süllyedése is (9. ábra). A térképen látható egyenetlenségek, „buborékok”, amelyeket más esetekben simítanunk kellene, most éppen a hirtelen morfológiai váltást, a kanyonbevágódásokat, sok esetben pedig a kisebb oldalvölgyek nyomát jelzik. Az Alpár kanyonrendszeren túl jelentkezik még 1-2 kanyonág több helyen is. É-ÉNY felé a szint morfológiája ellaposodik. Ezen a területen igen nagy volt az erózió mértéke, a két szekvenciahatár (Pa-4 és Pa-5) összefut, a tektonikai vizsgálatok szerint erőteljes kiemelkedés történt.



9. ábra A Pa-4 szekvenciahatár mélységtérképe, valamint az Alpár kanyonrendszer mai morfológiája (Juhász et al. 2007, in rev.). Jól látható, hogy az árokrendszer a Makói-árok irányában lejt.

A kanyonrendszer léte több, eddig nem tisztázott jelenségre nyújt magyarázatot, ill. bizonyítékot:

1. A Pa-4 (6,8 M év sensu VAKARCS 1997) szekvenciahatár megléte az elmúlt időszakban megkérdőjeleződött, A kanyonrendszer rétegtani helyzete erős érvként szól amellett, hogy ez a markáns felület létezik, és valóban jelents, tektonika által kialakított szekvenciahatár volt.
2. A Duna–Tisza közén valamikor a 6–8 M év közötti időintervallumban oldaleltolódásos szerkezeti mozgások, valamint rövidülés és jelentős kiemelkedés zajlottak, amelyek aztán a későbbiekben a pliocén során újra reaktiválódhattak. Ezen intrapannon mozgások eddig nem voltak ismertek, ill. bizonyítottak.
3. A Pa-4 szekvenciahatáron zajló események sorát erőteljes transzgresszió zárta, amelyet nem csak az agyagos kanyonkitöltés, hanem a nem érintett rétegsorok is alátámasztanak. Az agyagos kanyonkitöltés magyarázattal szolgálhat az oly sokat vitatott Nagyalföldi Formáció fáciesére és leülepedési körülményeire.

A Pa-5 szekvenciahatár vizsgálata nehezkesebb, mivel folyóvízi képződményeken belül helyezkedik el. Azokon a területeken, ahol a két szekvenciahatár (Pa-4 és Pa-5) összefut, minimum 1,5 Ma hiatus feltételezhető, és a diszkordancia felület fölött igen nagy vastagságú óriásmedrek települnek. A mélymedence irányában, a kivastagodó üledéksorban még jelentősebb vastagságú, mederövben leülepedett homokos fáciesű rétegsor rakódott le. Területi elterjedését vizsgálva megállapítható, hogy az egykori mederöv a süllyedő területek pereme mentén alakult ki.

Első eredményeinket mind nemzetközi, mind hazai konferencián és rendezvényen ismertettük, és folyamatban van összefoglaló magyar nyelvű cikk megjelentetése is a témában (Juhász et al. 2006, 2009, 2010, in prep.).

6. Az üledékes ciklusokat kialakító tényezők a Pannon-medencében

A korábbi integrált sztratigráfiai vizsgálataink során egyértelművé vált, hogy a harmadrendű ciklusokat (tehát a hagyományos értelemben vett szekvenciákat, így a Pa-3, Pa-4 és Pa-5 szekvenciákat) létrehozó relatív vízszintváltozások elsősorban a Pannon-medence rendszer szerkezeti fejlődéséhez köthetők (Juhász et al. 2006). Most azonban részletező vizsgálatokat végeztünk a kutatási területen e markánsabb felületek esetében.

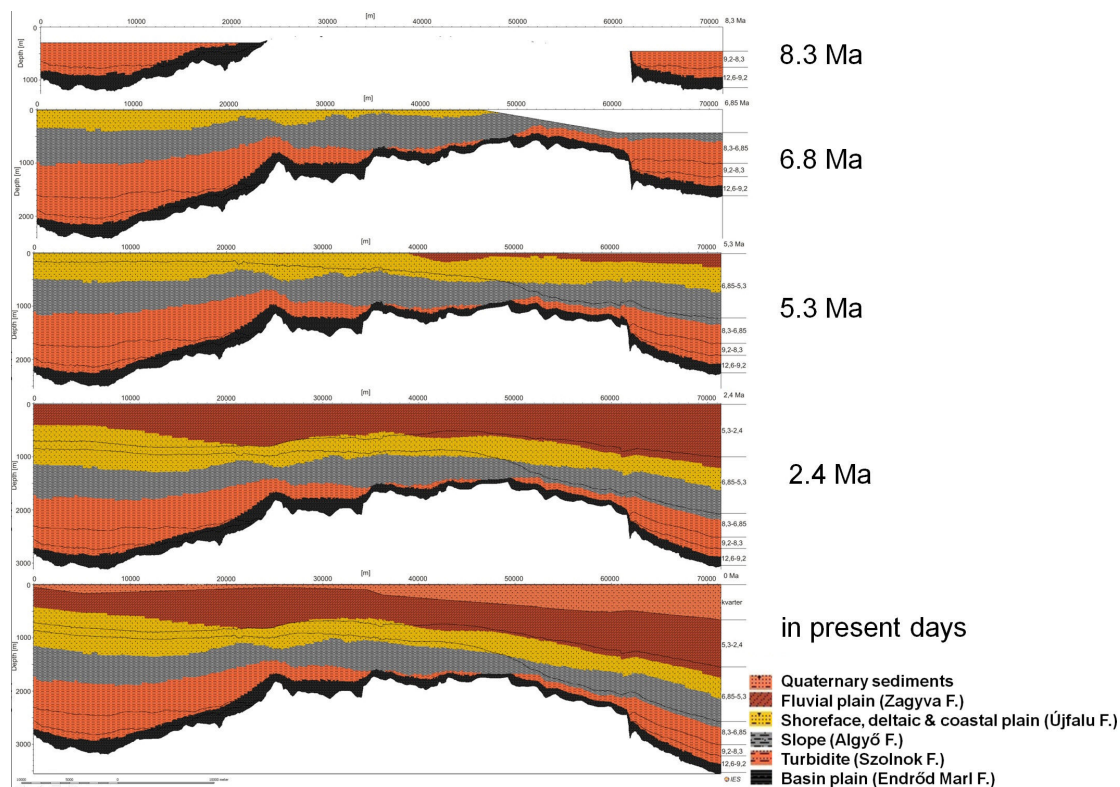
A negyedrendű ciklusok kialakulását azonban alapvetően klimatikus hatásokra kell visszavezetnünk, melyben több tényező együttes hatása is közrejátszott. Így a háttérterületek, környező hegységek emelkedése, a lehordási területek kőzetminősége, vagyis ennek változása (pl. flis, kristályos illetőleg vulkáni területek) és a folyók által szállított üledékanyag mennyisége befolyásolhatta még a ciklusok geometriájának alakulását. Ez utóbbi tényező szintén klimatikus hatást tükröz, hiszen csapadékosabb klíma esetén nagyobb a folyók vízhozama, üledékszallító képessége, valamint nagyobb az erózió is a háttérterületeken. Ez utóbbi tényezők szerepe annyiban más, hogy komolyabb időeltolódás szükséges, amíg a folyók által a háttérterületeken elszenvedett ciklusos változások hatása a medencében érvényre juthat.

7. Süllyedéstörténeti vizsgálatok

Süllyedéstörténeti modellezést végeztünk a vizsgált területen. A munka két egyetemi hallgató bevonásával valósult meg két szakdolgozat keretében. Néhány fúrásban készült egydimenziós modellezés, és egy regionális szelvény mentén, a Jászsági és a Békési süllyedék között 2 D-s modellezésre került sor. Ez utóbbi a területünk keleti részén helyezkedik el.

A 2D modellezés során (11. ábra) a fúrásokban mért hőmérsékletek, és a Pannon-medencére készített hőáramsűrűség térkép segítségével a PetroModba épített McKenzie-féle modellt felhasználva a vizsgált szelvényre elkészült három hőáramtörténeti rekonstrukció, melynek recens értékei 93-103 mW/m² között változnak. Ezeknek az adatoknak a felhasználásával az elkészült süllyedéstörténeti rekonstrukcióból megállapítható, hogy a szelvényen a progradáló deltarendszer behordási területéhez közelebb eső Jászsági-medence süllyedése 1,5 millió évvel előzte meg a távolabbra elhelyezkedő Észak-Békési-medencét. A szelvény menti területeken érett anyaközetek (Endrődi Márga Formáció) a két medencében alakultak ki. Az érettség mértékének jobb megismerése érdekében három a III-as típusú kerogénekérésére kidolgozott kinetikai modell készült (Pepper és Corvi (1995) féle TIII DE és TIII-IV F, és Behar et al. (1997) TIII Mahak modellek). Az eredmények röviden összefoglalva:

- A potenciális anyakőzetet jelentő Endrődi Márga Formáció az eltérő süllyedési viszonyok következtében hamarabb érte el a szénhidrogén-generáláshoz szükséges érettségi állapotot a Jászsági-medencében.
- Zömében gázok keletkeztek, amik migráció révén mindegyik esetben elérték a kvarter képződményeket a Jászsági-medencében és az Újfalu Formációt az Észak-Békési-medencében



11. ábra Kétdimenziós süllyedéstörténeti modellezés eredménye egy ÉNY-DK-i irányú regionális szelvény mentén a vizsgált kutatási terület nyugati részén

A témában TDK dolgozat és két szakdolgozat született (Horti 2008, 2009, Csizmeg 2010). Az eredményeket nemzetközi konferencián ismertettük, az összefoglaló cikk a konferencia kiadványban digitálisan elérhető az interneten, valamint nemzetközi folyóiratban előkészítés alatt van (Csizmeg et al. 2011, Csizmeg et al. in rev.).

8. Mikromineralógiai vizsgálatok

Az OTKA téma keretén belül folytattuk az alföldi pannóniai s.l. képződményekben korábban megkezdett **mikromineralógiai vizsgálatokat**, ennek eredményeiből is próbálunk újabb következtetéseket levonni a medence fejlődésére vonatkozóan. A részletes mikromineralógiai vizsgálatok során a Cluster analízist újabb szoftverekkel végeztük el, és így már lehetővé vált az összes mintát egyszerre futtatni. Korábban csak kisebb csoportokra lehetett elvégezni a vizsgálatot, a mintákat fáciesenként csoportosítottuk, majd ezen belül Cluster analízist végeztünk és ennek eredményeit elemeztük. A vizsgálatok alapján fácies egységenkénti, behordási irány, vagyis lehordási terület szerinti, valamint vertikális, azaz időbeli változásokat követtünk nyomon a rétegsorban. A három vizsgálati módszer eredményeképpen a nehézasvány tartalom változások különböző tendenciáit

figyelhettük meg. Meghatároztuk a különböző beszállítási irányból érkező homokok jellemzőit, a forráskőzet jelző ásványok elterjedését, és az ásványi összetétel változásának tendenciáit. A fáciesek alapján történő vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a szállítási távolsággal nő a kőzetanyag érettsége, egyre dominánsabbá válik a klorit. Vertikális szelvényben vizsgálva a forrásterületekhez közelebb eső fúrásokban rendkívüli egyezés mutatkozik a nehézasványtartalom változása, és a szekvencia sztratigráfiai értelmezés között. E szerint időben változott a behordott üledékek összetétele, tehát változtak a lehordási területek. A szerkezeti mozgások által létrehozott harmadrendű szekvenciahatárokon ugrásszerűen változik az ásványos összetétel, a peremeken, de főleg a vulkáni anyagot tartalmazó ÉK-i területen már a negyedrendű szekvenciahatárok is jelentkeznek az ásványos összetételben.

Az eredményeket nemzetközi rendezvényen ismertettük, és az összefoglaló cikk rangos nemzetközi folyóiratban elfogadás alatt van (Thamó-Bozsó et al. 2006, in rev.).

9. Gyakorlati alkalmazások

A gyakorlati alkalmazások tekintetében a kutatási eredményeknek jelentős hatása lehet mind a vízföldtani, mind a szénhidrogénföldtani kutatásokra. A kutatásaink azonban kiterjedtek egy teljesen új területre is. Napjaink egyik központi kérdése a CO₂ földalatti elhelyezése, amelynek kezdeti kutatásába bekapcsolódtunk az elmúlt évek során. Kiterjedt vizsgálatokat folytattunk abban a kérdéskörben, mely pannóniai képződmények legalkalmasabbak CO₂ elhelyezésre a medencében.

9.1. CO₂ elhelyezési lehetőségek

Az alkalmazott földtudományok sorában jelenleg viszonylag új területként jelentkezik a CO₂ elhelyezési lehetőségek vizsgálata a Pannon-medencében. Erre a pannóniai képződmények komoly potenciált nyújtanak. Erre vonatkozóan kapcsolódtunk be első körben elvi vizsgálatokba az elmúlt évek során, amelynek keretében elsősorban a CO₂ elhelyezés potenciális lehetőségeit kutattuk. E vizsgálatok eredményeképpen kijelölésre kerültek képződménycsoportok és területek, és úgy tűnik, hogy a pannóniai Szolnoki Formáció turbidit képződményei legalkalmasabbak és elégítik ki a legtöbb követelményt erre a célra.

Második körben már konkrét igények és elképzelések alapján a Jászsági-medence ill. az ún. „kevertgáz-öv” zónájának északi részét vizsgáltuk, mint esettanulmányt. Ez az alaphegységi kiemelkedéssor közvetlenül kapcsolódik a Paks-Kisújszállási oldaleltolódási zónához. Hallgatók bevonásával folytak és folynak vizsgálatok az itteni pannon képződmények CO₂ elhelyezési potenciáljára vonatkozóan. A témában TDK dolgozat és szakdolgozat is született (Berta & Király 2010., Király 2011.).

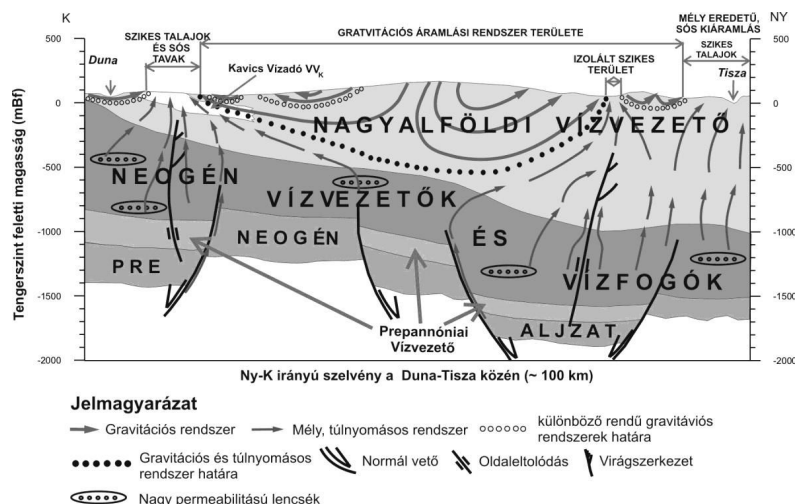
Az eredményeket nemzetközi rendezvényeken ismertettük (Berta & Király 2009., Berta et al. 2010). Az elvi összefoglaló cikk hazai folyóiratban, míg az esettanulmány nemzetközi folyóiratban jelent meg (Berta et al. 2011., Szamosfalvi et al. 2011.).

9.2. Vízföldtani vonatkozások

A tektonikai modell, valamint az agyagos kitöltésű óriáskanyon rendszer megléte a medence hidraulikájára is jelentős hatással lehet.

A Paks-Kisújszállási pannon-kvarter oldaleltolódási zóna Duna-Tisza közti részén, lefelé irányuló (gravitációs) fluidum áramlási rendszerek váltakoznak sós, mélységi

eredetű, túlnyomásos fluidum feláramlási zónákkal (Mádl-Szőnyi et al 2005, Simon et al in press). A fúrások által szolgáltatott nyomás- (hidraulic head) és vízkémiai adatok tanúsága szerint a felszínen kialakult szikes talajok ill. sós tavak a feláramlási zónákhoz (12. ábra) kötődnek. Ezek kapcsolata a felszín közelébe felhatoló oldaleltolódási zónákat jelző szeizmikus virágszerkezet struktúrákkal szembevetendő.

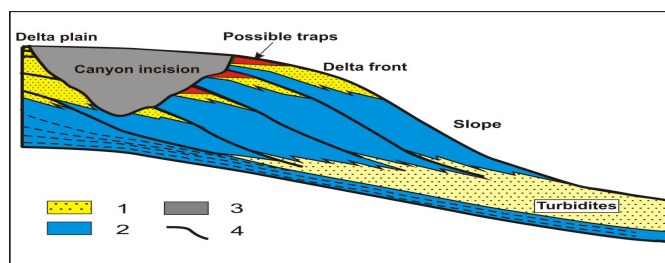


12. ábra. Nyugat-kelet irányú vízföldtani szelvény a Duna-Tisza közének északi részén. A túlnyomásos feláramlási rendszerek az oldaleltolódások mentén a felszínig felhatolva nagymértékben hozzájárulnak az izolált szikes területeket és a sós tavak kialakulásához.

Az eredményeket hazai és nemzetközi rendezvényeken ismertettük, valamint könyvrészlet formájában megjelent (Mádl-Szőnyi et al. 2008, 2009, Pogácsás et al. 2009, 2010, 2011).

9.3. Szénhidrogénföldtani vonatkozások

Mind a szekvencia sztratigráfiai, és a tektonikai értelmezések rendkívül fontos CH földtani információkat hordoznak a CH migrációját, felhalmozódását és csapdázódását illetően. A részletes szerkezetföldtani kutatások mindenképpen hozzájárulnak mind a szénhidrogén csapdák, mind a migrációs útvonalak kialakulásához, attól függően, hogy zárnak, illetve repedésrendszereket alkotva vezetnek. Az agyagos kitöltésű kanyonrendszer szintén jó csapdázó tényező lehet bizonyos területeken (Juhász et al. 2009).



13. ábra Csapdázódási lehetőségek a kanyonok oldalában.

A témában megjelent ill. megjelenés alatt álló publikációk:

Cikkek, könyvrészek, digitális formában elérhető művek:

1. E. Thamó-Bozsó, E., Gy. Juhász & L. Ó.Kovács, 2006: Origin of sediments transported from different directions into the Lake Pannon during the Late Neogene, based on mineralogical composition of sands and sandstones in the Hungarian Plain. - 3th Mineral Sciences in the Carpathians International Conference, Miskolc, *Acta Mineralogica-Petrographica Abstract Series*, Vol. 5, p.117
2. Juhász, Gy., Pogácsás Gy., Magyar I., 2007: Óriáskanyon-rendszer szeli át a pannóniai üledékeket? (A giant canyon system incised into the Late-Neogene (pannonian s.l.) sediments?) – *Földtani Közlöny* 137/3, pp.307-326
3. Sütő Zoltánné, Szegő Éva, 2007: Szervesvázú mikrop plankton vizsgálatok az erdélyi-medencei marosorbói (Oarba de Mures) szarmata és pannóniai határsztratotípus rétegeiből. (Organic-walled microplankton studies from beds of the Sarmatian–Pannonian stratotype section at Marosorbó (Oarba de Mures), Transylvanian Basin) - *Földtani Közlöny* 138/3, pp.279-296
4. Mádl-Szőnyi J., Toth J., Pogácsás Gy., 2008: Soil and wetland salinization in the frame of the Duna-Tisza Interfluvium hydrogeological type section. In: Mádl Szőnyi J., Pogácsás Gy., Toth J., Eszter P. eds. From the artesian paradigm to basin hydraulics. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest p. 29-44.
5. Mádl-Szőnyi J., Toth J., Pogácsás Gy. (2009) Soil and wetland salinization in the frame of the Duna-Tisza Interfluvium hydrogeological type section. *Central European Geology* 51/3. 203-217.
6. Pogácsás Gy., Juhász Gy., Mádl-Szőnyi J., Simon Sz., Lukács Sz. 2010: A Paks-Kisújszállás pannon-kvarter oldaleltolódás hatása az üledék felhalmozódásra és a mélységi vizek áramlására. – In: Medencefejlődés és geológiai erőforrások. – *Geoliter*, Szeged, pp.91-95.
7. Berta M., Király Cs., Falus Gy., Juhász Gy., Szabó Cs. 2011: Preliminary physical and geochemical study on a sedimentary rock series of the Pannonian Basin for CCS (Hungary). – *Energy Procedia*, 4., 4719-4723
8. Pogácsás Gy., Juhász Gy., Németh N., Dudás Á., Csizmeg J. (2011): Shortening features in the Late-Miocene – Pliocene sediments along the central part of the Mid-Hungarian Mobile Belt. *Travaux Geophysics*, XL, Czech Rep., 62-63
9. Szamosfalvi Á., Falus Gy., Juhász Gy. (2011): A CO₂ föld alatti tárolása "sós vizek" víztartó rétegekben történő megvalósulásának lehetőségei Magyarországon. - *Magyar Geofizika*, 52/2, p. 1-11
10. Csizmeg J., Gy. Juhász, K. Milota, Gy. Pogácsás (2011): Subsidence, Thermal and Maturity History of Late Miocene to Quaternary Formations in the Pannonian Basin. *AAPG ICE*, Milano, Extended Abstract, *Search and Discovery* 1072033
11. Gy. Pogácsás, Gy. Juhász, J. Csizmeg, Á. Dudás, N. Németh, A. Milankovich, T. Tomcsányi, B. Baracsi, B. Szabó, B. Akács, J. Mádl-Szőnyi, Sz. Simon, B. Czauner, 2011: Late Miocene-Pliocene shortening, uplift and wrench tectonics dominated canyon development along the Mid-Hungarian Mobile Belt. - *AAPG ICE*, Milano, Extended Abstract, *Search and Discovery* 1072039
12. Gy. Pogácsás, Gy. Juhász, Á. Dudás, J. Csizmeg, 2011: Wrench Tectonics Control on Neogene-Quaternary Sedimentation and Hydrocarbon Accumulation along the Mid-Hungarian Mobile Belt. - *AAPG ICE*, Milano, Extended Abstract, *Search and Discovery* 1072123
13. Edit Thamó-Bozsó, Györgyi Juhász, Lajos Ó.Kovács, Maria Mange (in rev.): Mineralogical and sedimentological characteristics of Late-Miocene – Pliocene sands and sandstones in the central part of the Pannonian Basin and their provenance. *Sedimentology*
14. Juhász, Gy., Gy. Pogácsás, Magyar I., Hatalyák P. (in rev.): The Alpar Canyon system in the Pannonian Basin: its morphology, infill and development. *Global and Planetary Change*
15. Csizmeg J., Gy. Juhász, K. Milota, Gy. Pogácsás (in rev.): Comparative Modelling of Subsidence, Thermal and Maturity History of Late Miocene to Quaternary Formations in the Pannonian Basin. – *Geologica Carpathica*

Szakdolgozatok:

16. Horti A. 2009: A Derecskei-árok süllyedés-, és hőtörténetének vizsgálata vitrinitreflexió mérések alapján. Szakdolgozat, ELTE, p. 53
17. Lukács Szilveszter 2009: Paks-Szolnok között húzódó pannon-pleisztocén oldaleltolódás vizsgálata szeizmikus adatok alapján. - Szakdolgozat, ELTE, p. 66
18. Csizmeg J. 2010: Süllyedés-, hő- és éretéstörténeti rekonstrukció egy alföldi 2D regionális szeizmikus szelvény mentén. - szakdolgozat, ELTE, p.113
19. Baracsi Berta 2011: Az (alsó) középső-miocén képződmények vizsgálata szeizmikus és fúrási adatok alapján a Duna-Tisza közti fő oldaleltolódási zóna mentén, Kiskőrös-Orgovány térségében. - Szakdolgozat, ELTE p.58

20. Dudás Árpád 2011: Felső-miocén vetők és redők vizsgálata 2D szeizmikus vonalak alapján a Duna-Tisza köze északi és középső részén. - Szakdolgozat, ELTE, p.73
21. Király Csilla 2011: Mélyfúrási és egyéb adatok CO₂ tárolás szempontjából történő specifikus elemzése. - Szakdolgozat, ELTE, p.45

Absztraktok:

22. Juhasz, Gy., Gy. Pogacsas, I. Magyar (2006): Integrated stratigraphy and architecture of a back-arc lake-basin – a key to structural evolution in the Pannonian Basin, Hungary. *ISC 2006, Fukuoka, Japan*, Abstracts p.
23. E. Thamó-Bozsó, E., Gy. Juhász & L. Ó.Kovács (2006): Tendencies in mineral composition of Late Neogene sands and sandstones on the Hungarian Plain indicated by statistical methods, reflecting provenance, facies and tectonic changes. – *Sediment 2006, Göttingen, Germany* Abstracts p.165
24. Juhász Gy., Gy. Pogácsás, I. Magyar (2007): Canyon development in a lake basin? A case study from the Central Pannonian Basin, Hungary. - *IAS 2007 Patras, Greece, Abstracts* p.98
25. Juhász, Gy.; Pogácsás, Gy.; Magyar, I.(2008): Evidences in the Pannonian Basin: giant canyon incisions in the Late-Miocene (Pannonian s.l.), connected to SB Pa-4 (ca. 6.8 Ma), Hungary. - *Geophysical Research Abstracts, Vol.10, European Geological Union (EGU) General Assembly, EGU2008-A-07224; SSP16-1TH2O-004*
26. Juhasz, Gy., Gy. Pogacsas, I. Magyar, A. Jambor (2009): The Alpar Canyon system in Lake Pannon (Central Paratethys). – *3rd NCSEE Meeting, Cluj*, Abstracts p. 57-58
27. G. Juhász , G. Pogácsás (2009): Tectonically driven relative lake-level-change related phenomena and evidences in the Late-Miocene of the Pannonian Basin – a possible correlation to the Messinian? *13th Congress RCMNS, Naples, Italy*, Abstracts p. 318
28. M. Berta, Cs. Király (2009): CCS research in Hungary: Background and possibilities. - *CO₂ Geological Storage Conference, Obergurgl, Austria*, Abstracts p. 59
29. M. Berta, Cs. Király, Gy. Falus, Gy. Juhász, E Székely, Cs. Szabó (2010): Preliminary studies on potential rock samples for CCS in the Pannonian Basin, Hungary. - *Second EAGE CO₂ Geological Storage Workshop, Berlin*, 2010
30. Juhasz, Gy., Gy. Pogacsas, I. Magyar (2009): Origin and evolution of the Alpar Canyon system, Hungary. – *SPE Regional Conference, Budapest*, Abstract CD
31. Pogácsás Gy., Juhász Gy., Mádlné Szőnyi J., Simon Sz., Lukács Sz. 2010: Wrench tectonics control on Neogene-Quaternary sedimentation along the Mid-Hungarian Mobile Belt, *Geophysical Research Abstracts, Vol. 12, EGU General Assembly*
32. Juhasz, Gy., Gy. Pogacsas 2010: Controls on Late-Miocene sedimentation along the Mid-Hungarian Mobile Belt in the Pannonian Basin. – *ISC 2010, Mendoza, Argentina*, p.487
33. Pogácsás Gy., Juhász Gy., Milankovich A., Dudás Á., Csizmeg J., Kajári M., Szabó B., Tomcsányi T., Akács B. (2010): Pannon-kvarter oldalelmozdulások a Duna-Tisza közén. - - IX. *Földtudományi Ankét, Nagykanizsa*.
34. Pogácsás Gy., Juhász Gy., Csizmeg J., Dudás Á., Mádlné Szőnyi J., Simon Sz., Czauner B., Németh N. 2011: Late Miocene - Quaternary shortening and wrenching dominated groundwater flow in the central part of the Mid-Hungarian Mobile Belt. - *Geophysical Research Abstracts, Vol. 13, EGU2011-13414-2, 2011, EGU General Assembly*,

Egyéb publikációk (TDK dolgozatok):

35. Horti A. 2008: Az Alföld egyes részeinek süllyedés-és éréstörténeti vizsgálata. –OTDK dolgozat, ELTE, p.21
36. Dudás Árpád 2010: Neogén-kvarter oldalelmozdulásos jelenségek vizsgálata 2D-s szeizmikus adatok alapján a Duna-Tisza közének Kecskemét vonalától délre eső részén. TDK dolgozat, ELTE, p.31
37. Berta M. - Király Cs. 2009: CO₂ hosszútávú elhelyezésére potenciálisan alkalmas alföldi üledékes közetsorozatok fűrésadatainak elemzése, TDK dolgozat, ELTE

Előkészületben lévő munkák:

38. Pogácsás Gy., Juhász Gy., Csizmeg J., Dudás Á., Németh N. (in prep.): Late Neogene-Quaternary structural style and fault activity timing in the central part of the Mid-Hungarian Mobile Belt. – (*Tectonophysics* ??)
39. Juhász Gy, Pogácsás Gy., Csizmeg J., Dudás Á. (in prep.): Ösföldrajzi és tektonikai és vizsgálatok az Alföld nyugati részének pannóniai s.l. rétegsorában – (*Földtani Közöny*)